(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

УДК: 669.054.8

10.5281/zenodo.10972106

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВ АНГРЕНСКОЙ ТЭС





Эрназаров Мухаммад-Тохир

Доцент кафедры «Металлургия» Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета, Алмалык, Узбекистан

Кенжаева Севара Абсаматовна

Ассистент кафедры «Металлургия» Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета, Алмалык, Узбекистан
E-mail: yuldashevasevara0@gmail.com

Аннотация. *На сегодняшний день с каждым днем в связи с развитием техники и технологии востребование к металлосодержащей продукции становится больше и больше. Ученные всего мира стараются найти комплексное решение, по извлечению металлов из техногенных отходов. Один из таких техногенных отдохов как золошлак, отход ТЭС по химическому составу содержат в себе цветные и редкие металлы. Разработана лабораторная технологическая схема переработки ЗШО Ангренской ТЭС по получению ценных компонентов как железо, медь, цинка и германия, которая включает отделение оксида кремния сублимацией, железо магнитной сепарацией и последовательно выщелачиванию железного концентрата с целью перевода меди в раствор, производится дальнейшая его очистка методом цементации с цинковой пылью.*

Ключевые слова: *золошлаки, серная кислота, медный концентрат, галогено-аммоний, термопара, конденсатор.*

ANGREN ISSIQLIK ELEKTR STANSIYASINING ZOLOSHLAKLARINI QAYTA ISHLASH BO‘YICHA TADQIQOTLAR

Ernazarov Muhammad-Tohir

Metallurgiya kafedrasi dotsenti, Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, Olmaliq, O‘zbekiston

Kenjayeva Sevara Absamatovna

Metallurgiya kafedrasi assistenti, Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, Olmaliq, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Texnika va texnologiyaning rivojlanishi bugungi kunda metal tarkibli mahsulotlarga bo‘lgan talab tobora ortib bormoqda. Butun dunyo olimlari sanoat chiqindilaridan metall ajratib olishning kompleks yechimini topishga harakat qilmoqda. Issiqlik elektr stansiyalari texnogen chiqindilari hisoblangan zoloshlak, kimyoviy tarkibiga ko‘ra rangli va nodir metallarni o‘z ichiga oladi. Angren issiqlik elektr stansiyasi zoloshlakidan temir, mis, rux va germaniy kabi qimmatbaho komponentlarni olish uchun laboratoriya texnologik sxemasi ishlab chiqilgan bo‘lib, u kremniy oksidini sublimatsiya, temirni magnit bilan ajratish va temirni ketma-ket yuvib tashlashni o‘z ichi-*

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

ga oladi va misni eritmaga o'tkazish uni rux kukuni bilan keyingi jarayon sementlash amalga oshiriladi.

Kalit so'zlar: *Zoloshlak, sulfat kislota, mis konsentrati, galogen-ammoniy, termopara, kondensator.*

RESEARCH ON THE PROCESSING OF ASH AND SLAG FROM THE ANGREN THERMAL POWER PLANT

Ernazarov Muhammad-Tahir
Associate Professor of the Department of Metallurgy, Tashkent State Technical University, Almalyk branch, Almalyk, Uzbekistan

Kenjayeva Sevara Absamatovna
Assistant of the Department of Metallurgy, Tashkent State Technical University, Almalyk branch, Almalyk, Uzbekistan

Abstract. *Nowadays, day by day, due to the development of technique and technology, the demand for metal-containing products is becoming greater and greater. Scientists around the world are trying to find a comprehensive solution for extracting metals from industrial waste. One of such man-made wastes as ash and slag, waste from thermal power plants, in terms of its chemical composition, contains non-ferrous and rare metals. A laboratory technological scheme has been developed for processing ashes from the Angren thermal power plant to obtain valuable components such as iron, copper, zinc and germanium, which includes the separation of silicon oxide by sublimation, iron-magnetic separation and gradual leaching of iron concentrate in order to transfer copper into solution to ensure its further purification by cementation with zinc dust.*

Keywords: *ash and slag, sulfuric acid, copper concentrate, halogeno-ammonium, thermocouple, condenser.*

Введение. Золошлаки образуются при сжигании твердых видов топлива и с каждым днем занимают все более больший объем плодотворной земли. Выход золошлаковых отходов зависит от вида топлива и составляет для бурых углей 10-15%, каменных 30-40%. В составе ЗШО различаются кристаллическая, стекловидная и органическая составляющие. Кристаллическое вещество представлено как первичными минералами топлива, так и новообразованиями, полученными в процессе сжигания. Всего в кристаллической составляющей ЗШО устанавливается до 150 минералов. Проблема утилизации зола шлаковых отходов теплоэлектростанций занимает первоочередное место среди актуальных проблем во многих странах мира. В данное время отходы теплоэлектростанций лишь на 10-15 % используются в разных отраслях производства, но потенциал их использования намного шире. Следовательно, эти отходы нуждаются в комплексной переработке.

Существует много методов по утилизации золошлаков, но практически отсутствуют комплексные технологии переработки золошлаковых отходов, позволяющие обеспечить их крупнотоннажную, экологическую безопасность и экономическую выгоду. Поэтому одной из важных задач на современном этапе является существенное повышение степени утилизации золошлаков, тем самым разгрузить имеющиеся переполненные золоотвалы. В настоящее время сущест-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

вуют два основных направления переработки золошлаковых отходов, первый из которых — извлечение металлов, другой — вторичная переработка отхода для его дальнейшего использования. Известно более 300 технологий переработки и использования ЗШО [1,2] но они в основной своей массе посвящены использованию золы в строительстве и производстве строительных материалов, не затрагивая при этом извлечения из них как токсичных и вредных, так и полезных и ценных компонентов. Извлечение последних без изучения их содержания и форм нахождения невозможно. В зарубежных странах проблеме переработки золошлаковых отходов уделяют большое внимание. К примеру, [3], в Германии и Франции этот показатель составляет 70 %, а в Финляндии — около 90 %, что позволяет большинству ТЭЦ утилизировать ЗШО. Решением задач, связанных с переработкой и дальнейшим применением ЗШО, занимаются специальные ассоциации, такие как American Coil Council (США), Asian Coal Ash Association (Китай, Индонезия, Австралия), European Coal Combustion Products Association — Европейская ассоциация по утилизации продуктов горения угля (в нее входят 28 энергетических компаний из 15 стран).

В США 38% золы, вырабатываемой электростанциями, используется только при изготовлении растворов и бетонов, в Чехии и Словакии 75%

изделий из ячеистого бетона изготовляют на золе, в Польше - более 50%. Золы тепловых электростанций широко используются за рубежом при производстве обжигового керамического кирпича и искусственных пористых заполнителей. Одно из перспективных направлений переработки золошлаковых отходов — извлечение из них полезных металлов. Сегодня этот способ получения алюминия из золы активно используют в Китае.

В России действуют 172 тепловых электростанций на угольном топливе, ежегодно потребляющих более 65 млн. т. у. т. В золошлакоотвалах РФ, общей площадью 28 тыс. га, накоплено свыше 1,5 млрд. тонн золошлаковых отходов. Ежегодное образование ЗШО составляет 21-22 млн. тонн, при этом перерабатывается менее 6 млн тонн (27%) [4].

В Узбекистане в настоящее время в отвалах Ангренского ТЭЦ накоплено более 13 млн тонн ЗШО, которое нуждается в утилизации.

Методы переработки. Был проведен спектральный анализ ЗШО Ангренской ТЭС. Результаты показали наличие 34 элементов. Преимущественно содержание кремния, алюминия и железа. Присутствуют цветные металлы, медь, цинк, кобальт, кадмий, редкие элементы, такие как молибден, вольфрам, иттрий, титан и т.д. Si- 48, Al-11.8, Ca-8.35, Fe-4.32, K-1.03, Cu-0.0064. После отделения оксида кремния из золошлаков галогено-аммонийном способе, железо отделяли магнитной сепарацией. Следует отметить, что содержание железа в немагнитной части значительное. Для увеличения извлечения железа из немагнитной части коллективного концентрата разработана методика перевода немагнитного оксида железа в магнитную форму. При этом в сумме более 88% железо переходит в магнитный оксид железа.

Железный концентрат был отправ-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

лен в лабораторию. В таблице 1 приведены содержание элементов в магнитном фракции.

Таблица 1

Содержание элементов в магнитной фракции ЗШО %

Название	Si	Fe	Al	Cu	Zn	Ni	Sn	Na	Mo	W
Исходный	48,8	4,32	11,8	0,0064	0,305	-	0,0014	-	0,0058	0,0265
Магн. фрак	12	53	6,9	4	4	-	0,3	-	3,2	0,3

Таблица 2

Результаты отделения гексафторосиликата аммония

Наименование	Номера опытов				
	1	2	3	4	5
$(NH_4)_2SiF_6$, г	98	97	97	98	97
Остаток, г	44,5	44	44,5	44	44

Практический интерес к комплексному использованию зол углей подкрепляется в последнее время совершенствованием и созданием новых технологических схем обогащения и извлечения элементов. В настоящее время имеется целый ряд технологических решений, позволяющих эффективно утилизировать некоторые виды золошлаковых отходов с целью извлечения из них полезных компонентов. Например, с помощью выщелачивания можно извлекать золото, литий, ванадий, вольфрам, иттрий, редкоземельные и др. элементы. Так, из золошлаковых отходов энергетических бурых углей извлекается до 40–67% титана, 45–77% бериллия, 70–87% меди, 50–81% марганца, 74–84% мышьяка, 48–60% ванадия и 62–83% галлия [5].

Цель этой работы является отделение меди из ЗШО Ангренской ТЭС с использованием галогеноаммонийной технологии.

Отбор проб провели на четырех участках общей площади 74,5 га ЗШО Ангренской ТЭС.

Реактивы:

1. Серная кислота;
2. Дистиллированная вода ГОСТ;
3. Весы лабораторные фирмы МЕТЛЕР;
4. Стаканы термостойкие ГОСТ;
5. Лабораторные электроплиты;
6. Сульфид натрия;
7. 10 % раствор аммиачной воды.

Навеску золошлаков в количестве 100 гр., прошедшую стадию шихта подготовки (класса - 0,074 мм не менее 85%), смешивается с фтористым аммонием и стехиометрическим соотношением по отношению к содержанию оксида кремния и помещается в установку для возгонки гексафторосиликата аммония $(NH_4)_2SiF_6$**.**

Включая печь вначале процесса выдерживают температуру печи на уровне 140-150°С в течение 30 мин, далее поднимают температуру печи до 350-370°С и выдерживают данную температуру в течение 40 мин. Измерение температуры осуществляют термопарой. Аппарат включал в себя систему уловителей - конденсаторов. Конденсатор для

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

сбора $(NH_4)_2SiF_6$ был снабжен специальной перегородкой для предотвращения осыпания гексафторосиликата аммония в обескремниваемый продукт, а конденсатор для сбора был снабжен фильтром из фторопластовой стружки. Температура в одном конденсаторе поддерживалась на уровне 250-350°С, а в другом - от комнатной до 220°С.

Результаты отделения гексафторосиликата аммония из навески 100 гр. ЗШО Ангренской ТЭС представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, результаты выхода гексафторосиликата аммония ближе к теоретическим.

Остаток после отделения диоксида кремния растворяли в серной кислоте и осаждали 15% аммиачным раствором. При этом медь растворяется, а другие металлы как железо, цинк и др. осаждаются. Из раствора медь осаждали сульфидом натрия.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют, что ЗШО Ангренской ТЭС являются бесценным источником цветных, благородных и других металлов, которые могут быть излечены с использованием предлагаемой технологии.

Вывод. Предложенная технология по переработке золошлаков Ангренский ТЭС заключается в следующем: на первой стадии удаляется диоксид кремния, который включает:

- вскрытие золошлаков при 170^{0}С фторидом аммония с образованием фтораммонийных соединений и примесных металлов;

- сублимационное отделение гексафторосиликата (ГФСА) кремния при 350-370°С

Таблица 3

Сравнительные данные о содержании меди в исходной пробе и после отделения оксида кремния SiO_2, г/т

Исходная проба	После отделения SiO_2	Степень концентрирования
3,670	4,50	1,25

Разработана лабораторная технологическая схема переработки ЗШО Ангренской ТЭС по получению ценных компонентов как железо, медь, цинка и германия, которая включает отделение оксида кремния сублимацией, железо магнитным сепарацией и последовательно выщелачиванию железного концентрата с целью перевода меди в раствор, производится дальнейшая его очистка методом цементации с цинковой пылью. Не растворенный железный осадок направляется на дальнейшее производства, Проведена термодинамические расчеты предлагаемых реакций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Целыковский Ю.К. Некоторые проблемы использования золошлаковых отходов ТЭС в России. Энергетик. 1998. – №7. – С. 29–34.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 2
June 2024

2. Шпирт М.Я. Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. М., Недра, 1986. – 254 с.
3. Леонов С.Б. Промышленная добыча золота из золошлаковых отвалов тепловых электростанций / С.Б. Леонов, К.В. Федотов, А.Е. Сенченко // Горный журнал. - 1998. - №5. - С.67-68.
4. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии», ИТС-368-2017. М.: Бюро НДТ, 2017. 271 с.
5. Эрназаров М. Самадов А.У. Определение степени регенерации фтористого аммония //Ж. Горный Вестник Узбекистана №4, №67 2016. С 133-135.